

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-051827

(43)Date of publication of application : 28.02.1995

(51)Int.Cl.

B22D 17/00

B22D 1/00

B22D 11/00

B22D 17/14

B22D 17/20

B22D 18/02

B29C 45/50

C22C 1/02

C22C 1/09

(21)Application number : 05-216835

(71)Applicant : JAPAN STEEL WORKS LTD:THE

(22)Date of filing : 10.08.1993

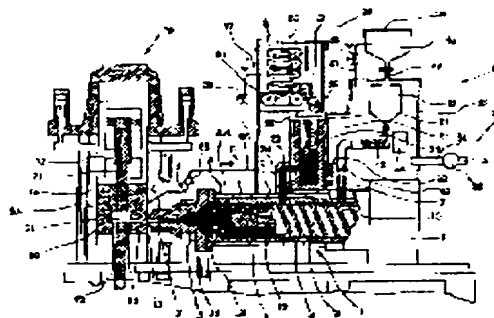
(72)Inventor : HIDA OSAMU

## (54) METHOD AND APPARATUS FOR PRODUCING LOW MELTING POINT METAL PRODUCT

## (57)Abstract:

PURPOSE: To provide a method for producing a low m.p. metal product, by which e.g. net-shaped formed product having excellent mechanical property can be produced in only one process without needing the extra labor and energy.

CONSTITUTION: After removing the impurity by melting the low m.p. metal raw material in the vacuum or in inactive atmosphere, the molten raw material is supplied into a screw cylinder devices 2, 4 and also, the additive is supplied. The screw 2 is driven in the condition of holding to the solidus temp. or higher and the liquidus temp. or lower of the low m.p. metal raw material and the raw material is partially solidified. Dendritic crystal developed at the time of solidifying is broken and finely spheroidized by shearing action to produce a thixotropic alloy or additive mixing alloy. This alloy is introduced into plunger cylinder devices 5, 6 arranged in series as the concentric condition with the screw cylinder devices 2, 4 and successively, injected into a cavity 64 with the plunger 6. After completing the injection solidification and lowering to the forging temp., the pressure of plural number of rams 71, 72, 73 is suitably changed and the alloy is forged on the dies 61, 62 to obtain the alloy product or a metal base composite product.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

01.04.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3121181

[Date of registration] 20.10.2000

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-51827

(43) 公開日 平成7年(1995)2月28日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 2 D	17/00	Z	8926-4 E	
	1/00	Z	8926-4 E	
	11/00	R	7362-4 E	
	17/14		8926-4 E	
	17/20	G	8926-4 E	

審査請求 未請求 請求項の数11 F D (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平5-216835

(22) 出願日 平成5年(1993)8月10日

(71) 出願人 000004215

株式会社日本製鋼所

東京都千代田区有楽町一丁目1番2号

(72) 発明者 肥田 修

広島市安芸区船越南1丁目6番1号 株式

会社日本製鋼所内

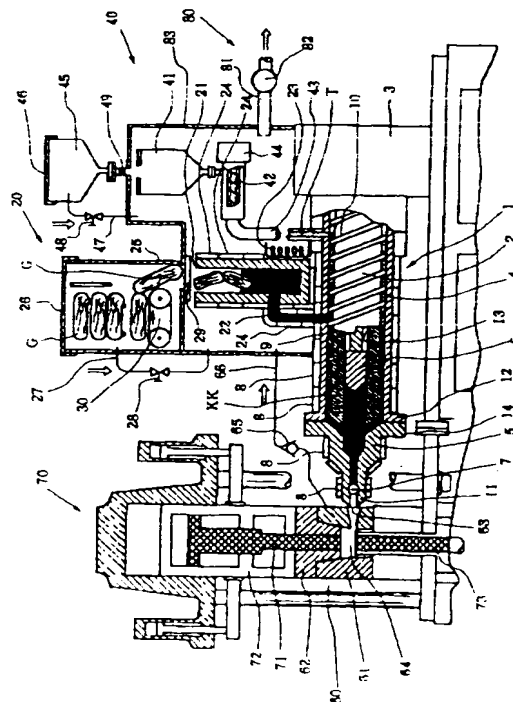
(74) 代理人 弁理士 杉谷 嘉昭 (外1名)

(54) 【発明の名称】 低融点金属製品の製造方法および製造装置

(57) 【要約】

【目的】 余分な手間と、エネルギーを必要とすることなく、機械的性質に優れた例えばネットシェーブ状の成形品を一工程で製造できる低融点金属製品の製造方法を提供する。

【構成】 低融点金属原料を真空圧中又は不活性雰囲気中で溶解して不純物を除去した後、熔融状態でスクリュウ・シリンダ装置(2、4)に供給すると共に添加物を供給し、低融点金属原料の固相線温度以上で液相線温度以下に保持した状態でスクリュウ(2)を駆動して低融点金属原料を一部凝固させ、凝固時に発生する樹枝状晶を剪断作用により破碎、微細球状化させてチクソトロピー状の合金または添加物混合合金を作り、これをスクリュウ・シリンダ装置(2、4)と同軸芯状に直列に配置されたプランジャー・シリンダ装置(5、6)に導入し、次いでプランジャー(6)によってキャビティ(64)へ射出し、射出凝固が完了し鍛造温度に下げてから、複数個のラム(71、72、73)の圧力を適宜変化させ、全型(61、62)内で鍛造して合金製品または金属基複合材料製品を得る。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 棒状又は粒状の低融点金属原料を1～50 Torrの真空圧中又は不活性雰囲気中で溶解して不純物を除去した後、熔融状態でスクリュウ・シリンダ装置（2、4）に供給すると共に添加物を供給し、前記低融点金属原料の固相線温度以上で液相線温度以下に保持した状態で前記スクリュウ・シリンダ装置（2、4）のスクリュウ（2）を駆動して前記低融点金属原料を一部凝固させ、凝固時に発生する樹枝状品を剪断作用により破碎、微細球状化させてチクソトロピー状の合金または添加物混合合金を作り、これを前記スクリュウ・シリンダ装置（2、4）と同軸芯状に直列に配置されたプランジャー・シリンダ装置（5、6）に導入し、次いで前記プランジャー・シリンダ装置（5、6）のプランジャー（6）によって全型のキャピタリ（64）へ射出して合金製品または金属基複合材料製品を得ることを特徴とする低融点金属製品の製造方法。

【請求項2】 請求項1記載のスクリュウ・シリンダ装置（2、4）とプランジャー・シリンダ装置（5、6）のシリンダ（4、5）内を1～50 Torrの真空圧にして合金製品または金属基複合材料製品を得る、低融点金属製品の製造方法。

【請求項3】 請求項1記載のスクリュウ・シリンダ装置（2、4）とプランジャー・シリンダ装置（5、6）のシリンダ（4、5）内と、全型（64）内を1～50 Torrの真空圧にして合金製品または金属基複合材料製品を得る、低融点金属製品の製造方法。

【請求項4】 請求項1～3項いずれかの1項に記載の添加物を、固体状の破碎物、ペレット、粒体、粉体、繊維状体のいずれかの状態、あるいは2種以上の混合状態で供給する合金製品または金属基複合材料製品を得る、低融点金属製品の製造方法。

【請求項5】 低融点金属原料をチクソトロピー化するスクリュウ・シリンダ装置（2、4）と、チクソトロピー化された材料を射出するプランジャー・シリンダ装置（5、6）とからなり、前記プランジャー・シリンダ装置（5、6）は、前記スクリュウ・シリンダ装置（2、4）に同軸芯状に直列に配置されていることを特徴とする低融点金属製品の製造装置。

【請求項6】 棒状又は粒状の低融点金属原料を溶解して不純物を除去する溶融炉（21）と、添加物供給装置（40）と、熔融状態の低融点金属原料と添加物とが供給されるスクリュウ・シリンダ装置（2、4）と、該スクリュウ・シリンダ装置（2、4）で得られるチクソトロピー状の合金または添加物混合合金を射出するプランジャー・シリンダ装置（5、6）と、合金製品または金属基複合材料製品を得る成形する全型装置（60）とを備え、

少なくとも前記溶融炉（21）は、1～50 Torrの真

空圧下に配置されていると共に、

前記プランジャー・シリンダ装置（5、6）は、前記スクリュウ・シリンダ装置（2、4）に同軸芯状に直列に配置されていることを特徴とする低融点金属製品の製造装置。

【請求項7】 請求項5記載のスクリュウ・シリンダ装置（2、4）のシリンダ（4）は、熱伝導性の高い鉄基合金から形成され、その内面はコバルト基合金、ニッケル基合金、サーメット等の耐熱性材料でライニングされていると共に、前記スクリュウ・シリンダ装置のスクリュウは、鉄基合金、サーメット、セラミック等の熔融状態の低融点金属と反応しない材料から構成されている低融点金属製品の製造装置。

【請求項8】 請求項5または6記載のプランジャー・シリンダ装置（5、6）のシリンダ（5）は、摂氏620度で2500 K g/cm<sup>2</sup>の圧力に耐えるインコネル718等のNi基合金から形成され、その内面はコバルト基合金、ニッケル基合金、サーメット、セラミック等の耐熱性材料で形成されているライナーで焼きばめされていると共に、前記プランジャー・シリンダ装置（5、6）のプランジャー（6）は、鉄基合金、サーメット、ほう化物系セラミック等の熔融状態の低融点金属と低反応の材料から構成されている低融点金属製品の製造装置。

【請求項9】 請求項5～8のいずれかの1項に記載のスクリュウ・シリンダ装置（2、4）と、プランジャー・シリンダ装置（5、6）は同軸芯状に直列に配置され、前記スクリュウ・シリンダ装置（2、4）のスクリュウ（2）は、射出時に前記プランジャー・シリンダ装置（5、6）のシリンダ（5）端部に密着されるように構成されていると共に、前記プランジャー・シリンダ装置（5、6）のプランジャー（6）は、該プランジャー・シリンダ装置のシリンダ（5）内と、前記スクリュウ・シリンダ装置（2、4）のスクリュウ（2）に同軸芯状に形成されているシリンダ状ガイド部（13）との間を往復駆動される低融点金属製品の製造装置。

【請求項10】 棒状又は粒状の低融点金属原料を1～50 Torrの真空圧中で溶解して不純物を除去した後、熔融状態でスクリュウ・シリンダ装置（2、4）に供給すると共に添加物を供給し、前記低融点金属原料の固相線温度以上で液相線温度以下に保持した状態で前記スクリュウ・シリンダ装置（2、4）のスクリュウ（2）を駆動して前記低融点金属原料を一部凝固させ、凝固時に発生する樹枝状品を剪断作用により破碎、微細球状化させてチクソトロピー状の合金または添加物混合合金を作り、これを前記スクリュウ・シリンダ装置（2、4）と同軸芯状に直列に配置されたプランジャー・シリンダ装置（5、6）に導入し、次いで前記プランジャー・シリンダ装置（5、6）のプランジャー（6）によって全型

3

(61、62)のキャビティ(64)へ射出し、射出完了と同時に前記プランジャー・シリンダ装置(5、6)のプランジャー(6)、前記キャビティ(64)に臨んでいるラム(71)等により、射出されたチタノトロビー状の合金または添加物混合合金に密閉状態で圧力をかけ、凝固による収縮分を変形させてマイクロキャビティの発生を防止して合金製品または金属基複合材料製品を得ることを特徴とする低融点金属製品の製造方法。

【請求項11】 棒状又は粒状の低融点金属原料を1〜5.0 Torrの真空圧中で溶解して不純物を除去した後、溶融状態でスクリュウ・シリンダ装置(2、4)に供給すると共に添加物を供給し、前記低融点金属原料の固相線温度以上で液相線温度以下に保持した状態で前記スクリュウ・シリンダ装置(2、4)のスクリュウ(2)を駆動して前記低融点金属原料を一部凝固させ、凝固時に発生する樹枝状晶を剪断作用により破碎、微細球状化させてチタノトロビー状の合金または添加物混合合金を作り、これを前記スクリュウ・シリンダ装置(2、4)と同軸芯状に直列に配置されたプランジャー・シリンダ装置(5、6)に導入し、次いで前記プランジャー・シリンダ装置(5、6)のプランジャー(6)によって金型(61、62)のキャビティ(64)へ射出し、射出凝固が完了し鍛造温度に下げてから、前記金型(61、62)のキャビティ(64)に臨んでいる複数のラム(71、72、73)の圧力を適宜変化させ、前記金型(61、62)内で鍛造して合金製品または金属基複合材料製品を得ることを特徴とする低融点金属製品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、マグネシウム合金、アルミニウム合金、亜鉛合金、錫合金、ビスマス合金、リチウム合金および純金属等の低融点金属のシキソ状態の性質を利用した、低融点金属製品の製造方法に関し、さらに詳しく言えば、低融点金属原料をスクリュウが回転駆動されているシリンダに供給し、低融点金属原料の固相線温度以上で液相線温度以下に保持した状態でスクリュウを駆動して移送しながら剪断作用を加え、そして金型へ射出して合金製品または金属基複合材料製品を得る、低融点金属製品の製造方法および製造装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】シキソトロビー合金の製造方法は、文献名を挙げるまでもなく従来周知で、合金原料を固液共存状態で激しく攪拌すると、樹脂状晶すなわちデンドライドの形成が抑制され、破壊され、退化樹脂状晶の微細な粒状の個体と液体とが共存した状態であるシキソ状物質が得られる。このような固液共存状態であるシキソ状物質を短時間に形成凝固すると、シキソ状態の合金組織の

4

ままの製品が得られる。この製品は、脆性を示さず、また凝固による収縮率が小さいので、引け菓の少ない、機械的性質、形状精度共に良好な合金製品が得られる。このようなシキソ状物質の性質を利用した合金製品の具体的製法は、例えば特公平1-33541号、同2-15620号等により提案されている。これらの公報には、射出成形機あるいは押出機を使用した製法が示されている。すなわち射出成形機は、温度制御可能なスクリュウ・シリンダから構成されている。そして、このスクリュウ・シリンダには、予熱ホッパが備えられている。予熱ホッパには、適当な大きさに破碎された合金原料が収納されている。また予熱ホッパには、合金原料の酸化を防止するために不活性ガスが封入されるようになっている。したがって、スクリュウを回転駆動すると共に、予熱ホッパから予熱された合金原料をシリンダに供給すると、合金原料はスクリュウによりシリンダ先端部に順次移動させられる。このとき合金原料は、シリンダ内表面およびスクリュウ外表面との摩擦接触、あるいは合金原料どうしの摩擦接触等による剪断作用、さらにはスクリュウ・シリンダの外部から加えられる熱により温度が上昇し、合金原料の固相線温度以上となり熔融する。それ以後は、スクリュウ・シリンダの温度が制御され、固相線温度以上で、かつ液相線温度以下の固液共存温度に保持される。固液共存状態の合金原料は、スクリュウ・シリンダの先端から成型型へ吐出され、合金製品が得られる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記の従来の製法においても、合金原料はシリンダ内表面およびスクリュウ外表面との摩擦接触、あるいは合金原料どうしの摩擦接触による剪断作用を受けるので、スクリュウ・シリンダの外部から加熱するだけで、固相線温度以上に保持される利点は認められる。また、予熱ホッパは不活性ガスが封入されているので、合金原料の酸化現象は起きない等の利点もある。しかしながら、上記の従来製法には色々な問題点あるいは欠点もある。例えば上記の従来製法によると、ペレット状の材料が必要であり、そのためにインゴットを機械的に加工してペレット状に準備しなければならず、コストアップになる。また製品の性質が場合によっては落ちることがある。例えば合金原料は固形の状態では供給されているが、この原料に不純物が混入している場合、あるいは固形状態の合金原料の表面に酸化物が発生している場合、これらの不純物が合金製品に含まれてしまい、合金製品の機械的性質、耐腐食性等が低下することがある。不純物の含有が判明しているならば、あるいは不純物の化学的、物理的性質が判明しているならば、製品の品質特性もある程度予測できるが、不純物の有無も、また性質も分からないのが普通のことと、品質特性の不安定な製品しか得られない欠点がある。もっとも、予め合金原料から不純物を除去することは可能である。しかしながら、不純物を除去するには、合金原料の

全量を異物選別し、熔融精錬して冷却固化し、そして再破碎等の処理が必要であり、十分な手間とエネルギーを必要とする別の問題が生じる。

【0004】さらには、前述の文献に記載されている射出成形機も、公表特許公報3-504830号に開示されている射出成形機も共に、プラスチック用射出成形機と同様な構造をしているので、プラスチックと著し、熔融粘性状態の異なる金属を正確に計量し、そして逆流を抑えて金型に射出することは困難である。また従来の製造方法によると、合金原料は余熱はされているが単に余熱されているだけで、バレット状の合金原料は、シリンダ内で粉碎され、そして熔融されるので粉碎、熔融するために比較的大きな摩擦力と剪断力とを与えなければならず、スクリュウ、シリンダ等を構成するための材料に、高温時の大きな強度、靱性が求められるが、このような材料は入手困難であるという問題もある。さらには、予熱ホッパに収納されている合金原料の特性そのままの製品は得ることができ、特性に変化を持たせた特徴のある製品を簡単に得ることができないという問題もある。またシリンダは、ニッケル基合金から形成されているので、高温強度は確保されているが、熱伝導率が低く且つ透磁率が悪いので、インダクションヒータで加熱される場合は、加熱効率が悪く加熱制御の点に問題が生じる。さらには、射出シリンダ内にアルゴンガスが導入されているので、合金原料の酸化は防止されている。しかしながら、アルゴンガスが十分に脱気できずに残留して熔融金属に気泡が混入すると、計量が不安定になる。また製品内に気泡を発生させる原因にもなる。さらには従来の成形方法では、金型のキャビティに対する対策が格別に取り立てられておらず、大気中で半凝固金属がキャビティへ充填されるので、充填が完全ではなく、かつ気泡の巻き込みの原因にもなる。また前述の特公平2-15620号にはシキソトロビー合金を鍛造することができる旨記載されているが、具体的な鍛造方法は示されておらず、冷却したシキソトロビー合金を再度鍛造温度に加熱して鍛造しなければならない、多量のエネルギーと、鍛造するための格別の装置を必要とする欠点もある。

【0005】したがって、本発明は上記したような従来の問題点あるいは欠点を解消した低融点金属製品の製造方法および製造装置を提供することを目的としている。具体的には、酸化を防いで純度の高い原料を供給することができ、したがって、多少不純物を含むリサイクル原料を使用することもできると共に、安価に合金製品または金属基複合材料製品を製造することができる、低融点金属製品の製造方法および製造装置を提供することを目的としている。また目的に合った所望の合金製品あるいは金属基複合材料製品を容易に得ることかできる。低融点金属製品の製造方法および製造装置を提供することも目的としている。さらには製造装置の材料を目的に応じて選択することができ、また目的に応じて温度コントロ

ールをすることもできる低融点金属製品の製造方法および製造装置を提供することを目的としている。さらには高速射出が可能な低融点金属製品の製造方法および製造装置を提供することも目的としている。他の発明は上記目的に加えて、凝固による収縮分が変形されマイクロキャビティの発生が防止され、均質な合金製品あるいは金属基複合材料製品を得ることができ、また塑性変形、鍛造組織の破壊、熱処理等の相乗効果により機械的性質に優れた例えばネットシェーブあるいはニアネットシェーブ成形品を一工程で製造可能な、低融点金属製品の製造方法を提供することを目的としている。

#### 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は上記目的を達成するために、棒状又は粒状の低融点金属原料を1~50 Torrの真空圧中で溶解して不純物を除去した後、熔融状態でスクリュウ・シリンダ装置に供給すると共に添加物を供給し、前記低融点金属原料の固相線温度以上で液相線温度以下に保持した状態で前記スクリュウ・シリンダ装置のスクリュウを駆動して前記低融点金属原料を一部凝固させ、凝固時に発生する樹枝状物を剪断作用により破碎、微細球状化させてチクソトロビー状の合金または添加物混合合金を作り、これを前記スクリュウ・シリンダ装置と同軸芯状に直列に配置されたブランジャー・シリンダ装置に導入し、次いで前記ブランジャー・シリンダ装置のブランジャーによって金型のキャビティへ射出して合金製品または金属基複合材料製品を得るように構成される。請求項2記載の発明は、スクリュウ・シリンダ装置とブランジャー・シリンダ装置のシリンダ内を1~50 Torrの真空圧にして、また請求項3記載の発明は、スクリュウ・シリンダ装置とブランジャー・シリンダ装置のシリンダ内と、金型内を1~50 Torrの真空圧にして合金製品または金属基複合材料製品を得るように構成される。そして請求項4記載の発明は、添加物を固体状の破碎物、バレット、粒体、粉体、繊維状体のいずれかの状態、あるいは2種以上の混合状態で供給するように構成される。請求項5記載の製造装置に関する発明は、低融点金属原料をチクソトロビー化するスクリュウ・シリンダ装置と、チクソトロビー化された材料を射出するブランジャー・シリンダ装置とからなり、前記ブランジャー・シリンダ装置は、前記スクリュウ・シリンダ装置と同軸芯状に直列に配置されている。請求項6記載の発明は、棒状又は粒状の低融点金属原料を溶解して不純物を除去する熔融炉と、添加物供給装置と、熔融状態の低融点金属原料と添加物とが供給されるスクリュウ・シリンダ装置と、該スクリュウ・シリンダ装置で得られるチクソトロビー状の合金または添加物混合合金を射出するブランジャー・シリンダ装置と、合金製品または金属基複合材料製品を得る成形する金型装置とを備え、少なくとも前記熔融炉は、1~50 Torrの真空圧下に配置されていると共に、前記ブランジャー・シリン

ダ装置は、前記スクリュウ・シリンダ装置と同軸芯状に直列に配置されている。そして請求項7～9記載の発明は、スクリュウ・シリンダ装置のシリンダは、熱伝導性の高い鉄基合金から形成され、その内面はコバルト基合金、ニッケル基合金、サーメット等の耐熱性材料でライニングされていると共に、前記スクリュウ・シリンダ装置のスクリュウは、鉄基合金、サーメット、セラミック等の熔融状態の低融点金属と反応しない材料から構成され、またプランジャー・シリンダ装置のシリンダは、摂氏620度で2500Kg/cm<sup>2</sup>の圧力に耐えるインコネル718等のNi基合金から形成され、その内面はコバルト基合金、ニッケル基合金、サーメット、セラミック等の耐熱性材料で形成されているライナーで焼きばめされていると共に、前記プランジャー・シリンダ装置のプランジャーは、鉄基合金、サーメット、ほう化物系セラミック等の熔融状態の低融点金属と低反応の材料から構成され、さらにはスクリュウ・シリンダ装置と、プランジャー・シリンダ装置は同軸芯状に直列に配置され、前記スクリュウ・シリンダ装置のスクリュウは、射出時に前記プランジャー・シリンダ装置のシリンダ端部に密着されるように構成されていると共に、前記プランジャー・シリンダ装置のプランジャーは、該プランジャー・シリンダ装置のシリンダ内と、前記スクリュウ・シリンダ装置のスクリュウに同軸芯状に形成されているシリンダ状ガイド部との間を往復駆動されるように構成されている。そして請求項10記載の発明は、請求項1記載の方法により、プランジャー・シリンダ装置のプランジャーによって金型のキャビティへ射出し、射出完了と同時に前記プランジャー・シリンダ装置のプランジャー、前記キャビティに臨んでいるラム等により、射出されたチクソトロピー状の合金または添加物混合合金に密閉状態で圧力をかけ、凝固による収縮分を変形させてマイクロキャビティの発生を防止して合金製品または金属基複合材料製品を得るように、また請求項11記載の発明は、プランジャー・シリンダ装置のプランジャーによって金型のキャビティへ射出し、射出凝固が完了し鍛造温度に下げた後、前記金型のキャビティに臨んでいる複数のラムの圧力を適宜変化させ、前記金型内で鍛造して合金製品または金属基複合材料製品を得るように構成される。

#### 【0007】

【実施例】本発明の実施に供される合金原料としては、例えばマグネシウム合金、アルミニウム合金、亜鉛合金、錫合金、ビスマス合金、リチウム合金および純金属の低融点金属等を挙げることができる。また添加物としては、ケイ酸SiO<sub>2</sub>、アルミナAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等の酸化物、炭化チタンTiC、炭化ホウ素BC等の炭化物、ホウ化チタンTiB、ホウ化クロムCrB、ホウ化モリブデンMoB等のホウ化物、窒化チタンTiN、窒化タングステンTa<sub>2</sub>N等の窒化物等のあらゆる硬化物およびガラス

ファイバーGF、カーボンファイバーCFを含むこれらの繊維等が挙げられる。そしてこれらの添加物は、固体状の破砕物、ペースト、粒状、粉体、繊維状体のいずれかの状態あるいは2種以上の混合された状態で供給される。また添加物が混合物の場合は、予め混合して供給される。上記のような合金原料を用いて合金製品およびMMCすなわち金属基複合材料を得ることができるが、以下代表してマグネシウム合金と、アルミニウム合金の成形品を得る例を説明する。

10 【0008】本発明の実施に供される合金製造装置は、図1に示されているように、射出・押出機1、溶融合金原料供給装置20、添加物供給装置40、金型装置60、複合シリンダプレス装置70、真空引装置80等から構成されている。

【0009】射出・押出機1は、シリンダ4とプランジャーシリンダ5とを備えている。シリンダ4内に設けられているスクリュウ2は、概略筒状に形成され、外周部には従来周知のように所定間隔にフライトが設けられている。そして内部は、後述するプランジャー6を案内するシリンダ状のガイド部13となっている。スクリュウ2は、減速歯車、射出ラム等からなる駆動装置3により回転駆動され、また軸方向にも駆動されるようになってい。このように構成されているスクリュウ2は、低融点金属と反応しない材料例えば鉄基合金、サーメット、セラミック等で形成されている。シリンダ4は、所定の長さを有し、その中央より駆動装置3側に寄った位置には、熔融状態の低融点金属が供給される溶融合金供給開口部9が、また駆動装置3の近傍には固形状態の添加物が供給される固形添加物供給開口部10がそれぞれ形成されている。シリンダ4は、熱伝導性の高い鉄基合金から形成され、その内面はコバルト基合金、ニッケル基合金、サーメット等の耐熱性材料でライニングされている。なお、供給開口部9、10には、後述する溶融合金供給管22と添加物供給管43とがそれぞれ接続されている。シリンダ4と後述するプランジャーシリンダ5の外周部には、その略全長にわたって抵抗ヒータあるいは誘導ヒータ等からなる温度調節装置8、8、…が設けられ、これらの温度調節装置8、8、…によりシリンダ4の内部温度およびプランジャーシリンダ5の内部温度が制御されるようになっている。

40 【0010】シリンダ4の一方の先端部にはフランジ12を備えている。そしてこのフランジ12にプランジャーシリンダ5のフランジ14がボルトナットのような固着手段により取り付けられ、プランジャーシリンダ5はシリンダ4に直列的に配置されている。プランジャーシリンダ5の先端部寄りには止弁7が介装されている。この止弁7によりプランジャーシリンダ5内の溶融合金あるいは添加物混合合金の外部への流出が防止されると共に、シリンダ4内とプランジャーシリンダ5内の真空が保たれる。プランジャーシリンダ5の先端部には射出孔

11が設けられている。このように構成されているブランチャーシリンダ5は、摂氏620度で2500 kg/cm<sup>2</sup>の圧力に耐えるインコネル718等のニッケル基合金から形成され、その内面はコバルト基合金、ニッケル基合金、サーメット、セラミックス等の耐熱性材料で形成されているライナーが焼きはめされている。

【0011】金型装置60は、固定金型61と可動金型62とから構成され、固定金型61には雌型が、そして可動金型62には雄型が設けられ、これらの雌型と雄型とでキャビティ64が形成される。固定金型61には、周知のようにキャビティ64に連なっているスプルー63が形成されている。また吸引管路66もキャビティ64に連なっている。吸引管路66の他方の端部は、後述する真空箱83に開口し、この吸引管路66には制御可能なチェック弁65が介装されている。

【0012】複合シリンダプレス装置70は、アッパースラム71を備えている。そしてこのアッパースラム71は、メインラム72中に上下方向に駆動自在に設けられ、またメインラム72はメインシリンダ75中に上下方向に駆動自在に設けられている。アッパースラム71は可動金型62を貫通し、その先端部はキャビティ64に達している。またメインラム72の下端には可動金型62が取り付けられている。したがって、メインラム72により可動金型62を駆動することができ、メインラム72とアッパースラム71とによりキャビティ64に充填されるシキソトロピー合金あるいは添加物混合合金を加圧し、鍛造することができる。複合シリンダプレス装置70は、ローアースラム73も備えている。そしてこのローアースラム73は、固定金型61を貫通し、その先端部はキャビティ64に達している。このローアースラム73により鍛造することもできる。なお、複合シリンダプレス装置70は、ローアースラム73用のシリンダ、製品を取り出すためのノックアウトラム等も備えているが、これらは図には示されていない。

【0013】熔融合金材料供給装置20は、材料インゴットG、G、…が収納されている一次ストレージ25と、この一次ストレージ25から真空を保持しながら材料インゴットG、G、…が供給される熔融炉21とを有する。一次ストレージ25は、密閉可能な蓋体26を備え、下方には供給孔が明けられている。この供給孔は開閉板29で開閉されるようになっている。供給孔は、熔融炉21の上方に位置し、一次ストレージ25中に収納されている材料インゴットG、G、…は、コンベヤ30で供給孔に移送され、そして重力により熔融炉21に供給されるようになっている。熔融炉21の外周部の上方には、材料インゴットG、G、…を予熱保温するための抵抗ヒータ24が、そして下方には溶解加熱するインダクションヒータ23が設けられている。

【0014】熔融炉21内の下部部寄りには熔融合金供給管22が設けられ、この熔融合金供給管22の外周部

にも、溶融状態を保つために抵抗ヒータ24、24が設けられている。熔融合金供給管22の先端部は、シリンダ4の熔融合金供給開口部9に接続されている。熔融炉21、後述する二次ホッパ41、前述した射出・押出機1の一部は、真空引装置80の真空箱83内に収納されている。そして真空箱83内は、排気管81に介装されている真空ポンプ82で1～50 Torr程度の真空度に保たれる。一次ストレージ25内を真空箱83内と同じ圧に保つために、一次ストレージ25内と真空箱83内は、開閉弁28を有する管路27で連通されている。

【0015】添加物供給装置40は、添加物が収納される一次ホッパ45と、添加物の供給量を制御する例えばロータリフィーダを備えた二次ホッパ41と、この二次ホッパ41から供給される添加物を移送するスクリュウコンベヤ42とから概略構成されている。一次ホッパ45は、その開放部に密閉可能な蓋体46を備え、下方には開閉弁49が設けられている。この開閉弁49を開くことにより一次ホッパ45中の添加材料を二次ホッパ41に供給することができる。一次ホッパ45と真空箱83は管路47で連通されている。そして管路47には開閉弁48が設けられている。スクリュウコンベヤ42の移送端部には、供給管43の一方が接続され、そして他方の端部がシリンダ4の固定添加物供給開口部10に接続されている。このスクリュウコンベヤ42は、モータ44で駆動され、その回転数が制御されて、添加物の供給量が制御される。

【0016】次に上記製造装置により、低融点金属原料としてマグネシウム合金(AZ91D)を、そして添加物として炭化珪素SiC粉末を使用して成形品を製造する例を説明する。まず、添加物供給装置40の開閉弁48、49、熔融合金材料供給装置20の開閉板29、管路27の開閉弁28およびブランチャーシリンダ5の止弁7を閉じる。さらには、金型装置60のキャビティ64を真空にする吸引管路66のチェック弁65を閉じておく。そうして真空ポンプ82を起動する。そうすると真空箱83内は、1～50 Torr程度の真空度に保たれる。したがって、この真空箱83内に開口しているシリンダ4、ブランチャーシリンダ5、熔融炉21、二次ホッパ41等の内部も同じ真空度に保たれる。

【0017】添加物供給装置40の一次ホッパ45の内部は、真空箱83の内部と空気圧的に関係が断たれているので、蓋体46を外し、固体状の炭化珪素粉末Tを一次ホッパ45に供給する。次に一次ホッパ45を蓋体46で密閉し、開閉弁48を開く。そうすると、一次ホッパ45の内部も真空になる。一次ホッパ45の開閉弁49を開き、一次ホッパ45内の炭化珪素粉末Tを二次ホッパ41に移送する。所定量移送したら一次ホッパ45の開閉弁48、49を閉じて次の炭化珪素粉末Tの供給に備える。同様に、熔融合金材料供給装置20の一次ストレージ25の内部は、真空箱83の内部と空気圧的に



11

関係が断たれているので、蓋体26を外し、マグネシウムインゴットG、G、…を一次ストレージ25に入れる。次に一次ストレージ25を蓋体26で密閉し、開閉弁28を開く。そうすると、一次ストレージ25の内部も真空になる。溶融炉21に連なっている開閉板29を開き、コンベア30を駆動してマグネシウムインゴットを溶融炉21に移送する。所定量移送したら一次ストレージ25の開閉板29を閉じ、また管路27の開閉弁28も閉じる。次のマグネシウムインゴットの移送に備える。

【0018】次に、溶融炉21の抵抗ヒータ24とインダクションヒータ23とに通電し、マグネシウムインゴットG、G、…をその融点より摂氏5〜20度高い温度で溶解する。そうすると、マグネシウム合金に含まれているマグネシウム合金より比重の小さい不純物は、ドロスとなって浮上し、また比重の大きい不純物はスラッジとなって溶融炉21の底に沈降する。したがって、溶融炉21の底部より所定高さ位置に開口している溶融合金供給管22から、不純物を含まない溶融合金が溶融合金供給開口部9を通してシリンダ4に供給される。

【0019】一方、炭化珪素粉末Tは、添加物供給装置40の二次ホッパ41に設けられているロータリーフィーダ42により適切に制御された量が供給管43、固形添加物供給開口部10を通じてシリンダ4に供給される。温度調節器8、8、…を作動して、シリンダ4の温度をマグネシウム合金AZ91Dの固相線温度摂氏490度以上、液相線温度摂氏590度以下に制御する。そうして、スクリュウ2を先端まで押した状態で回転駆動する。

【0020】マグネシウム合金は、炭化珪素粉末Tと混合され、スクリュウ2のフライトによりシリンダ4内を先端部へと移送される間に固相線温度以上、液相線温度以下に保持される。その間固液混合状態にあり、スクリュウ2とシリンダ4との間の隙間を充填して移送されるので、摩擦接触により激しく攪拌される。その結果、マグネシウム合金が凝固進行中に発生するデンドライトすなわち樹枝状晶は破砕・球状化されチクソ状態となり、シリンダ4内を先端部へと送られる。プランジャーシリンダ5の射出孔11は、止弁7で閉鎖されているので、移送されてくるチクソ状態のマグネシウム合金は、主としてプランジャーシリンダ5内に貯留され、その量は順次増加する。その増加量に応じてプランジャー6が後退する。またプランジャー6も後退する。所定量貯留された状態すなわち計量された状態は、図1においてK、Kで示されている。

【0021】次に射出・押出機1のプランジャーシリンダ5の先端部を、閉じた固定金型61のスプルー63の開口部に密着させて、射出孔11とスプルー63とを連通状態にする。マグネシウム合金の時留量が製品の形成に必要な量になった時点でスクリュウ2の先端部をプ

12

ランジャーシリンダ5の後端部に密着させる。これにより、プラスチックに比較して射出粘性の低いチクソ状態のマグネシウム合金の逆流が完全に防止される。したがって、逆流による圧力低下がなく、安定した高压射出ができる。また逆流がないので、計量の安定が約束される。次いで、吸引管路66のチェック弁65を開き、キャビティ64内を真空にする。そして直ちに止弁7を開いて駆動装置3によりプランジャー6を最大4m/secの速度で先端方向に駆動する。これによりマグネシウム合金は、プランジャーシリンダ5内から止弁7およびスプルー63を通してキャビティ64内に射出される。

【0022】キャビティ64がマグネシウム合金で充填された後、プランジャー6を押しだした状態で複合シリンダプレス装置70のメインラム72に圧力をかけ、キャビティ64を密閉状態にして、アッパーラム71により大きな圧力を加える。これによって、マグネシウム合金が凝固収縮した分だけアッパーラム71が下降し、キャビティ64内のマグネシウム合金は、凝固完了時でも内部に大きな収縮孔はもとより、微細なマイクロキャビティも非常に少ないものとなる。

【0023】次に凝固完了後さらに下温し鍛造に適切な温度摂氏400〜450度に達した後アッパーラム71に圧力をかけながら、メインラム72の圧力を抜く。これにより、エヤハルト法の原理によりマグネシウム合金は、上方へ押し出され、アッパーラム71を適切な位置で止めることにより、カップ状の鍛造品Kを得ることができる。鍛造している状態は図2に示されている。アッパーラム71を上昇させ、カップ状の鍛造品を取り出す。なお、キャビティ64を密閉状態にしてプランジャー6、メインラム72、アッパーラム71に圧力をかけ、キャビティ64内のマグネシウム合金が完全に凝固させることもできる。これにより内部キャビティの極めて少ない鑄造品を得ることができる。凝固後メインラム72、アッパーラム71およびプランジャー6の圧力を抜き、ローラム73またはノックアウトラムを上昇させて、鑄造品を取り出す。

【0024】実施例1：市販のアルミニウム合金(ADC12)インゴットを使用してテストを行った。成分組成は次の通りであった。

元素	割合
Al	Bal
Si	9.6 ± 12.0
Cu	1.5 ± 3.5

上記テストアルミニウム合金を、図1に示す射出・押出機で全型のキャビティ64に射出して密閉状態でアッパーラム71で600N/mm<sup>2</sup>の圧力をかけた状態で凝固させ、塊状製品(b)を得た。また、この状態からキャビティ64のアルミニウム合金の温度を下げ、摂氏480度でメインラム72の圧力を抜き、エヤハルト法によりアッパーラム71を下げ、カップ状の鍛造成形品

13

(c)を得た。なお、射出時のシリンダ4の温度は、温度調節装置8、8、…で摂氏590度プラス・マイナス摂氏2度に制御した。また、真空箱83の内部を20 Torrに制御した。射出速度は、プランジャー6の速度が2m/secであった。さらにカップ状の鍛造成形品(c)を摂氏480度で溶体化处理し、摂氏160度で析出硬化処理を行い熱処理品(d)を得た。塊状製品

(b)、カップ状の鍛造成形品(c)および熱処理品

(d)の引張強度と伸びをテストした。その結果を図3においてa'、b'およびd'でそれぞれ示す。また比較のために真空箱83の内部を大気圧にして射出成形のみで成形品(a)を得て、同様にテストした。その結果を図3においてa'で示す。

【0025】図3から明らかなように、真空雰囲気中で射出成形し、凝固時にキャビティ64を密閉状態にしてアップラム71で大きな圧力を加えて鑄造した塊状製品(b)は、引張強度も伸びも改善されている。さらに塊状製品(b)を鍛造加工して得られたカップ状の鍛造成形品(c)および熱処理品(d)の機械的性質は、一層向上していることがわかる。改善された理由として、第1に真空雰囲気中でチクソトロピー状アルミニウム合金を作り、真空のキャビティ64に射出したので、アルミニウム合金が酸化されなかったこと、半凝固アルミニウム合金にガスが混入しなかったこと等が考えられる。第2に凝固時にアップラム71で大きな圧力を加えたことにより、マイクロキャビティの発生が抑制されたことが考えられ、第3に鍛造することにより結晶粒の微細化および僅かに残留するチクソキャビティの閉孔に硬化があったものと考えられる。さらに、溶体化、再析出処理をすることにより組織のミクロ的均一化、特に金属間化合物を微細に分布させる上に大きな効果があったことを挙げることができる。

【0026】

【発明の効果】以上のように請求項1記載の発明によると、棒状または粒状の低融点金属原料を1~50 Torrの真空中で溶解して不純物を除去するので、酸化を防いで純度の高い原料を供給することができる。したがって、多少の不純物を含むリサイクル原料を使用することもできる。また棒状または粒状の低融点金属原料が使用されるので、従来のように例えばインゴットを機械的に加工してペレット状に準備する必要もなく、安価に合金製品または金属基複合材料製品を製造することができる。さらには、スクリュウ・シリンダ装置には添加物も供給されるので、添加物の混合量、質等を変えることにより、目的に合った所望の合金製品あるいは金属基複合材料製品を容易に得ることができる効果も得られる。また、チクソトロピー状の合金または添加物混合合金は、スクリュウ・シリンダ装置で製造され、そして射出はスクリュウ・シリンダ装置と同軸芯状に直列に配置されたプランジャー・シリンダ装置によって行われるので、こ

14

れらの装置の材料を目的に応じて選択することができ、また目的に応じて温度コントロールをすることもでき、本発明の実施に使用される製造装置の耐用年数は永いものとなる。さらには本発明によると、射出はプランジャー・シリンダ装置によって行われるが、プランジャー・シリンダ装置には、流動性の良いチクソトロピー状の合金または添加物混合合金のみが蓄積されているので、射出抵抗が小さく高速射出が可能となる効果が得られる。すなわち比較的流動抵抗の大きい、未チクソトロピー状の合金または添加物混合合金は、スクリュウ・シリンダ装置のスクリュウのフライント間にあり、従来のようにスクリュウを軸方向に駆動して射出すると、シリンダの内壁との間に大きな抵抗が生じ、高速射出はできないが、本発明によると射出はプランジャー・シリンダ装置のプランジャーによって行われるので、例えば5m/sec程度の高速射出が可能となり、チクソ状半凝固金属射出成形で最も問題になる射出途中での流動性の低下が非常に小さく、充填不足、ウエルドライの発生、表面粗さ不良等の製品不良がなくなる効果も得られる。

【0027】請求項2あるいは3記載の発明によると、スクリュウ・シリンダ装置とプランジャー・シリンダ装置あるいはこれらの装置と全型内が1~50 Torrに減圧されているので、前述の効果に加えて、これらの装置のシリンダ内でガスの巻き込みが起こらず、安定した計量ができる効果が得られる。また、製品にガスの巻き込みによるブローホールの発生もない。請求項4記載の発明によると、添加物は固体状の破砕物、ペレット、粒体、粉体、繊維状体のいずれか、あるいは2種以上の混合状態で供給されるので、スクリュウ・シリンダ装置のスクリュウで研磨、活性化され溶融金属との濡れ性が向上し、容易に金属基複合材料を得ることができる。請求項10記載の発明によると、請求項1記載の発明によって得られる効果に加えて、射出完了と同時にプランジャー・シリンダ装置のプランジャー、全型のキャビティに臨んでいるラム等により、射出されたチクソトロピー状の合金または添加物混合合金に密閉状態で圧力をかけるので、凝固による収縮分が変形されマイクロキャビティの発生が防止され、均質な合金製品あるいは金属基複合材料製品を得ることができる。また請求項11記載の発明によると、上記効果に加えて、射出凝固が完了し鍛造温度に下げてから、全型のキャビティに臨んでいる複数個のラムの圧力を適宜変化させ、全型内で鍛造するので、組成変形、鑄造組織の破壊、熱処理等の相乗効果により機械的性質に優れた例えばネットシェープあるいはニアネットシェープ成形品を一工程で製造できるという、本発明特有の効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の製造装置の実施例を示す図で、計量が終わった状態で示す断面図である。

【図2】本発明の製造装置の実施例を示す図で、射出が

15

16

終わって鍛造している状態を示す断面図である。

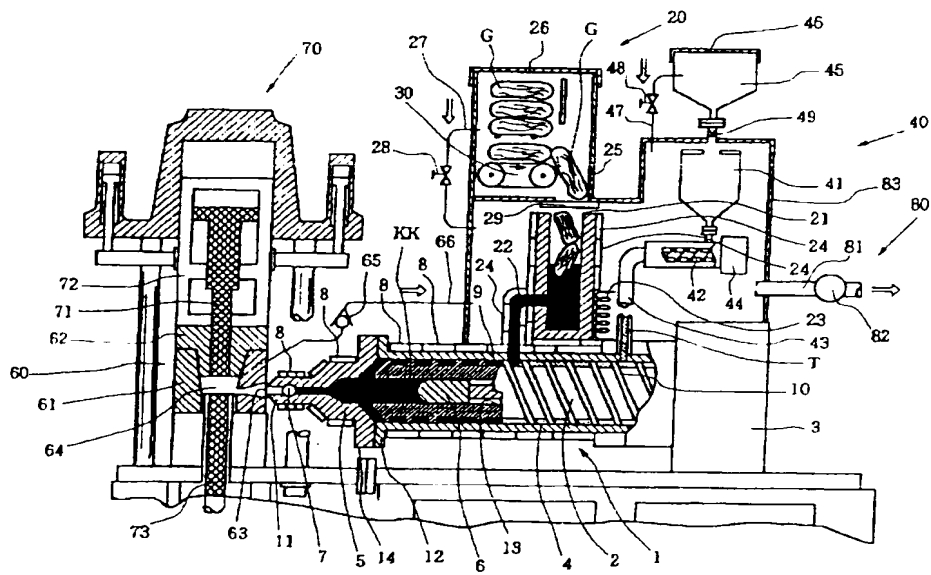
【図 3】本実施例の成形品と、比較成形品との機械的性質を比較して示す図である。

【符号の説明】

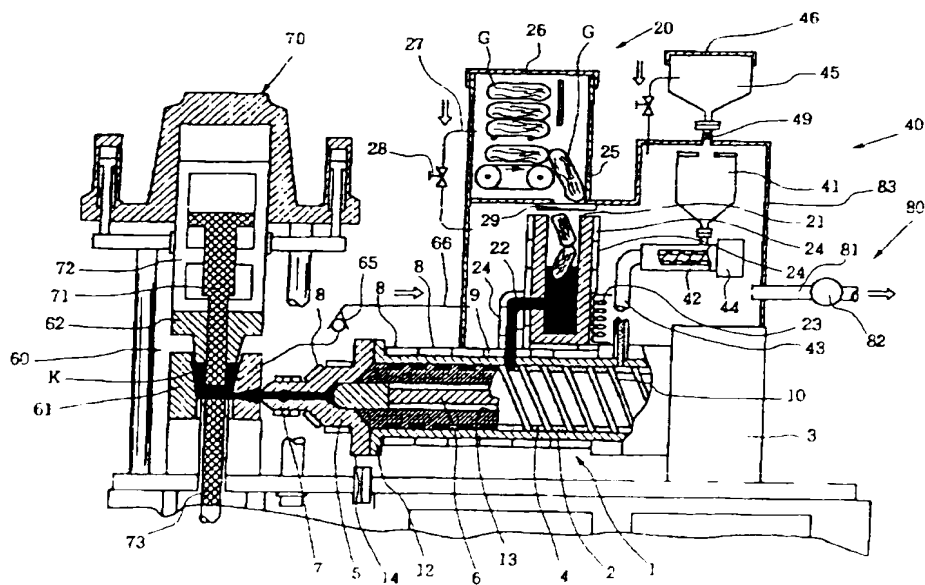
1	射出・押出機	2	2 1	溶融炉	4 0
スクリュウ				添加物供給装置	
4	シリンダ	5	6 0	全型	6 4
プランジャーシリンダ				キャビティ	
6	プランジャー	2 0	7 0	複合シリンダプレス装置	7 1
溶融合金属材料供給装置				アップラム	
			7 2	メインラム	8 0
				真空引装置	
			8 3	真空箱	

10

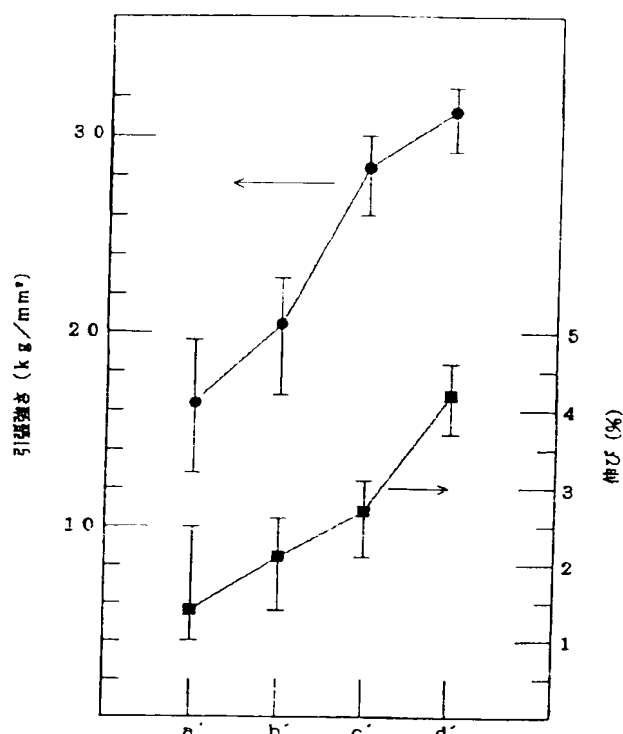
【図 1】



【図 2】



【図3】



## 【手続補正書】

【提出日】平成5年9月13日

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項1

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【請求項1】 棒状又は粒状の低融点金属原料を1～50 Torrの真空圧中又は不活性雰囲気中で溶解して不純物を除去した後、熔融状態でスクリュウ・シリンダ装置（2、4）に供給すると共に添加物を供給し、前記低融点金属原料の固相線温度以上で液相線温度以下に保持した状態で前記スクリュウ・シリンダ装置（2、4）のスクリュウ（2）を駆動して前記低融点金属原料を一部凝固させ、凝固時に発生する樹枝状晶を剪断作用により破碎、微細球状化させてチクソトロピー状の合金または添加物混合合金を作り、これを前記スクリュウ・シリンダ装置（2、4）と同軸芯状に直列に配置されたブランジャー・シリンダ装置（5、6）に導入し、さらにスクリュウ（2）をブランジャー・シリンダ装置（5、6）の端面に押しつけチクソトロピー状の合金または添加物混合合金がシリンダ（4）内へ逆流するのを防止し、次いで前記ブランジャー・シリンダ装置（5、6）のブラ

ンジャー（6）によって全型のキャビティ（64）へ射出して合金製品または金属基複合材料製品を得ることを特徴とする低融点金属製品の製造方法。

## 【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0004

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0004】さらには、前述の文献に記載されている射出成形機も、公表特許公報3-504830号に開示されている射出成形機も共に、プラスチック用射出成形機と同様な構造をしているので、プラスチックと著しく熔融粘性状態の異なる金属を正確に計量し、そして逆流を抑えて金型に射出することは困難である。また従来の製造方法によると、合金原料は余熱はされているが単に余熱されているだけで、ペレット状の合金原料は、シリンダ内で粉碎され、そして熔融されるので粉碎、熔融するために比較的大きな摩擦力と剪断力とを与えなければならず、スクリュウ、シリンダ等を構成するための材料に、高温時の大きな強度、靱性が求められるが、このような材料は入手困難であるという問題もある。さらには、予熱ホッパに収納されている合金原料の特性そのま

まの製品は得ることができるが、特性に変化を持たせた特徴のある製品を簡単に得ることができないという問題もある。またシリンドは、ニッケル基合金から形成されているので、高温強度は確保されているが、熱伝導率が低い且つ透磁率が悪いので、インダクションヒータで加熱される場合は、加熱効率が悪く加熱制御の点に問題が生じる。さらには、射出シリンド内にアルゴンガスが導入されているので、合金原料の酸化は防止されている。しかしながら、アルゴンガスが十分に脱気できずに残留して溶融金属に気泡が混入すると、計量が不安定になる。また製品内に気泡を発生させる原因にもなる。さらには従来の成形方法では、金型のキャビティに対する対策が格別に取りられておらず、大気中で半凝固金属がキャビティへ充填されるので、充填が完全ではなく、かつ気泡の巻き込みの原因にもなる。また前述の特公平2-15620号にはスキソトロピー合金を鍛造することができる旨記載されているが、具体的な鍛造方法は示されておらず、冷却したスキソトロピー合金を再度鍛造温度に加熱して鍛造しなければならず、多量のエネルギーと、鍛造するための格別の装置を必要とする欠点もある。

#### 【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0006

【補正方法】変更

【補正内容】

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は上記目的を達成するために、棒状又は粒状の低融点金属原料を1～50 Torrの真空圧中で溶解して不純物を除去した後、溶融状態でスクリュウ・シリンド装置に供給すると共に添加物を供給し、前記低融点金属原料の固相線温度以上で液相線温度以下に保持した状態で前記スクリュウ・シリンド装置のスクリュウを駆動して前記低融点金属原料を一部凝固させ、凝固時に発生する樹枝状晶を剪断作用により破砕、微細球状化させてチクソトロピー状の合金または添加物混合合金を作り、これを前記スクリュウ・シリンド装置と同軸芯状に直列に配置されたプランジャー・シリンド装置に導入し、さらにスクリュウ(2)をプランジャー・シリンド装置(5、6)の端面に押しつけチクソトロピー状の合金または添加物混合合金がシリンド(4)内へ逆流するのを防止し、次いで前記プランジャー・シリンド装置のプランジャーによって金型のキャビティへ射出して合金製品または金属基複合材料製品を得るように構成される。請求項2記載の発明は、スクリュウ・シリンド装置とプランジャー・シリンド装置のシリンド内を1～50 Torrの真空圧にして、また請求項3記載の発明は、スクリュウ・シリンド装置とプランジャー・シリンド装置のシリンド内と、金型内を1～50 Torrの真空圧にして合金製品または金属基複合材料製品を得るように構成される。そして請求項4記載の

発明は、添加物を固体状の破砕物、ペレット、粒体、粉体、繊維状体のいずれかの状態、あるいは2種以上の混合状態状態で供給するように構成される。請求項5記載の製造装置に関する発明は、低融点金属原料をチクソトロピー化するスクリュウ・シリンド装置と、チクソトロピー化された材料を射出するプランジャー・シリンド装置とからなり、前記プランジャー・シリンド装置は、前記スクリュウ・シリンド装置と同軸芯状に直列に配置されている。請求項6記載の発明は、棒状又は粒状の低融点金属原料を溶解して不純物を除去する溶融炉と、添加物供給装置と、溶融状態の低融点金属原料と添加物とが供給されるスクリュウ・シリンド装置と、該スクリュウ・シリンド装置で得られるチクソトロピー状の合金または添加物混合合金を射出するプランジャー・シリンド装置と、合金製品または金属基複合材料製品を得る成形する金型装置とを備え、少なくとも前記溶融炉は、1～50 Torrの真空圧下に配置されていると共に、前記プランジャー・シリンド装置は、前記スクリュウ・シリンド装置と同軸芯状に直列に配置されている。そして請求項7～9記載の発明は、スクリュウ・シリンド装置のシリンドは、熱伝導性の高い鉄基合金から形成され、その内面はコバルト基合金、ニッケル基合金、サーメット等の耐熱性材料でライニングされていると共に、前記スクリュウ・シリンド装置のスクリュウは、鉄基合金、サーメット、セラミック等の溶融状態の低融点金属と反応しない材料から構成され、またプランジャー・シリンド装置のシリンドは、摂氏620度で2500 Kg/cm<sup>2</sup>の圧力に耐えるインコネル718等のNi基合金から形成され、その内面はコバルト基合金、ニッケル基合金、サーメット、セラミック等の耐熱性材料で形成されているライナーで焼きばめされていると共に、前記プランジャー・シリンド装置のプランジャーは、鉄基合金、サーメット、ほう化物系セラミック等の溶融状態の低融点金属と低反応の材料から構成され、さらにはスクリュウ・シリンド装置と、プランジャー・シリンド装置は同軸芯状に直列に配置され、前記スクリュウ・シリンド装置のスクリュウは、射出時に前記プランジャー・シリンド装置のシリンド端部に密着されるように構成されていると共に、前記プランジャー・シリンド装置のプランジャーは、該プランジャー・シリンド装置のシリンド内と、前記スクリュウ・シリンド装置のスクリュウと同軸芯状に形成されているシリンド状ガイド部との間を往復駆動されるように構成されている。そして請求項10記載の発明は、請求項1記載の方法により、プランジャー・シリンド装置のプランジャーによって金型のキャビティへ射出し、射出完了と同時に前記プランジャー・シリンド装置のプランジャー、前記キャビティへ流入しているラム等により、射出されたチクソトロピー状の合金または添加物混合合金に密閉状態で圧力をかけ、凝固による収縮分を変形させてマイクロキャビティの発生を防止して合金製品

または金属基複合材料製品を得るように、また請求項1記載の発明は、プランジャー・シリンダ装置のプランジャーによって全型のキャビティへ射出し、射出凝固が完了し鍛造温度に下げてから、前記全型のキャビティに臨んでいる複数のラムの圧力を適宜変化させ、前記全型内で鍛造して合金製品または金属基複合材料製品を得るように構成される。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正内容】

【0010】シリンダ4の一方の先端部にはフランジ12を備えている。そしてこのフランジ12にプランジャー・シリンダ5のフランジ14がボルトナットのような固着手段により取り付けられ、プランジャー・シリンダ5はシリンダ4に直列的に配置されている。プランジャー・シリンダ5の先端部寄りには止弁7が介装されている。この止弁7によりプランジャー・シリンダ5内の溶融合金あるいは添加物混合合金の外部への流出が防止されると共に、シリンダ4内とプランジャー・シリンダ5内の真空が保たれる。プランジャー・シリンダ5の先端部には射出孔11が設けられている。このように構成されているプランジャー・シリンダ5は、摂氏620度で2500Kg/cm<sup>2</sup>の圧力に耐えるユディメット700 (Udime 700)、インコネル718等のニッケル基合金から形成され、その内面はコバルト基合金、ニッケル基合金、サメット、セラミック等の耐熱性材料で形成されているライナーが焼きばめされている。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】変更

【補正内容】

【0019】一方、炭化珪素粉末Tは、添加物供給装置40の二次ホッパ41に設けられているロータリーフィーダ42により適切に制御された量が供給管43、固形添加物供給開口部10を通じてシリンダ4に供給される。温度調節器8、8、…を作動して、シリンダ4の温度をマグネシウム合金AZ91Dの固相線温度摂氏490度以上、液相線温度摂氏610度以下に制御する。そうして、スクリュウ2を先端まで押した状態で回転駆動する。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0021

【補正方法】変更

【補正内容】

【0021】次に射出・押出機1のプランジャー・シリンダ5の先端部を、閉じた固定全型61のスプルー63の

開口部に密着させて、射出孔11とスプルー63とを連通状態にする。マグネシウム合金の貯留量が製品の形成に必要な量になった時点でスクリュウ2の先端部をプランジャー・シリンダ5の後端部に密着させる。これにより、プラスチックに比較して射出粘性の低いチクソ状態のマグネシウム合金の逆流が完全に防止される。したがって、逆流による圧力低下がなく、安定した高压射出ができる。また逆流がないので、計量の安定が約束される。次いで、吸引管路66のチェック弁65を開き、キャビティ64内を真空にする。そして直ちに止弁7を開いて駆動装置3によりプランジャー6を最大5m/secの速度で先端方向に駆動する。これによりマグネシウム合金は、プランジャー・シリンダ5内から止弁7およびスプルー63を通じてキャビティ64内に射出される。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0023

【補正方法】変更

【補正内容】

【0023】次に凝固完了後さらに下温し鍛造に適切な温度に達した後アップーラム71に圧力をかけながら、メインラム72の圧力を抜く。これにより、エヤハルト法の原理によりマグネシウム合金は、上方へ押し出され、アップーラム71を適切な位置で止めることにより、カップ状の鍛造品Kを得ることができる。鍛造している状態は図2に示されている。アップーラム71を上昇させ、カップ状の鍛造品を取り出す。なお、キャビティ64を密閉状態にしてプランジャー6、メインラム72、アップーラム71に圧力をかけ、キャビティ64内のマグネシウム合金が完全に凝固させることもできる。これにより内部キャビティの極めて少ない鑄造品を得ることができる。凝固後メインラム72、アップーラム71およびプランジャー6の圧力を抜き、ローーラム73またはノックアウトラムを上昇させて、鑄造品を取り出す。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0024

【補正方法】変更

【補正内容】

【0024】実施例1：市販のアルミニウム合金(ADC12)インゴットを使用してテストを行った。成分組成は次の通りであった。

元素	割合
Al	Bal
Si	9.6/12.0
Cu	1.5/3.5

上記テストアルミニウム合金を、図1に示す射出・押出機で全型のキャビティ64に射出して密閉状態でアップーラム71で600N/mm<sup>2</sup>の圧力をかけた状態で凝

固させ、塊状製品(b)を得た。また、この状態からキャビティ64のアルミニウム合金の温度を下げ、摂氏480度でメインラム72の圧力を抜き、エヤハルト法によりアップラム71を下げ、カップ状の鍛造成形品

(c)を得た。なお、射出時のシリンダ4の温度は、温度調節装置8、8、…で摂氏590度プラス・マイナス摂氏2度に制御した。また、真空箱83の内部を20 Torrに制御した。射出速度は、プランジャー6の速度が2m/secであった。さらにカップ状の鍛造成形品(c)を摂氏480度で溶体化処理し、摂氏160度で析出硬化処理を行い熱処理品(d)を得た。塊状製品(b)、カップ状の鍛造成形品(c)および熱処理品(d)の引張強度と伸びをテストした。その結果を図3においてb'、c'およびd'でそれぞれ示す。また比較のために真空箱83の内部を大気圧にして射出成形のみで成形品(a)を得て、同様にテストした。その結果を図3においてa'で示す。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0025

【補正方法】変更

【補正内容】

【0025】図3から明らかなように、真空雰囲気中で射出成形し、凝固時にキャビティ64を密閉状態にしてアップラム71で大きな圧力を加えて鑄造した塊状製品(b)は、引張強度も伸びも改善されている。さらに塊状製品(b)を鍛造加工して得られたカップ状の鍛造成形品(c)および熱処理品(d)の機械的性質は、一層向上していることがわかる。改善された理由として、第1に真空雰囲気中でチクソトロピー状アルミニウム合金を作り、真空のキャビティ64に射出したので、アルミニウム合金が酸化されなかったこと、半凝固アルミニウム合金にガスが混入しなかったこと等が考えられる。第2に凝固時にアップラム71で大きな圧力を加えたことにより、ミクロキャビティの発生が抑制されたことが考えられ、第3に鍛造することにより結晶粒の微細化および僅かに残留するミクロキャビティの閉孔に効果があったものと考えられる。さらに、溶体化、再析出処理をすることにより組織のミクロ的均一化、特に金属間化合物を微細に分布させる上に大きな効果があったことを挙げることができる。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0026

【補正方法】変更

【補正内容】

【0026】

【発明の効果】以上のように請求項1記載の発明によると、棒状または粒状の低融点金属原料を1~50 Torrの真空中で溶解して不純物を除去するので、酸化を防いで純度の高い原料を供給することができる。したがって、多少の不純物を含むリサイクル原料を使用することもできる。また棒状または粒状の低融点金属原料が使用されるので、従来のように例えばインゴットを機械的に加工してペレット状に準備する必要もなく、安価に合金製品または金属基複合材料製品を製造することができる。さらには、スクリュウ・シリンダ装置には添加物も供給されるので、添加物の混含量、質等を変えることにより、目的に合った所望の合金製品あるいは金属基複合材料製品を容易に得ることができる効果も得られる。また、チクソトロピー状の合金または添加物混合合金は、スクリュウ・シリンダ装置で製造され、そして射出はスクリュウ・シリンダ装置と同軸芯状に直列に配置されたプランジャー・シリンダ装置によって行われるので、これらの装置の材料を目的に応じて選択することができ、また目的に応じて温度コントロールをすることもでき、本発明の実施に使用される製造装置の耐用年数は永いものとなる。また、本発明によると、スクリュウをプランジャー・シリンダ装置の端面に押しつけチクソトロピー状の合金または添加物混合合金がシリンダ内へ逆流するのを防止して射出するので、シリンダ内への逆流による圧力低下がなく、安定した高圧射出ができる。またシリンダ内への逆流がないので、計量の安定が約束される効果もある。さらには本発明によると、射出はプランジャー・シリンダ装置によって行われるが、プランジャー・シリンダ装置には、流動性の良いチクソトロピー状の合金または添加物混合合金のみが蓄積されているので、射出抵抗が小さく高速射出が可能となる効果が得られる。すなわち比較的流動抵抗の大きい、未チクソトロピー状の合金または添加物混合合金は、スクリュウ・シリンダ装置のスクリュウのフライト間にあり、従来のようにスクリュウを軸方向に駆動して射出すると、シリンダの内壁との間に大きな抵抗が生じ、高速射出はできないが、本発明によると射出はプランジャー・シリンダ装置のプランジャーによって行われるので、例えば5m/sec程度の高速射出が可能となり、チクソ状半凝固金属射出成形で最も問題になる射出途中での流動性の低下が非常に小さく、充填不足、ウェルドラインの発生、表面粗さ不良等の製品不良がなくなる効果も得られる。

アロートページの続き

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 2 D 18/02		M		
B 2 9 C 45/50		9156-4 F		
C 2 2 C 1/02	5 0 1	B 9269-4 K		
1/09		A		